

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

17. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

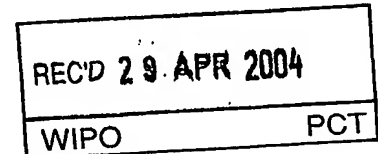
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 3 年   3 月 2 4 日  
Date of Application:

出 願 番 号      特 願 2 0 0 3 - 0 8 1 0 4 1  
Application Number:

[ST. 10/C]:      [ J P 2 0 0 3 - 0 8 1 0 4 1 ]

出      願      人      山 洋 電 気 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

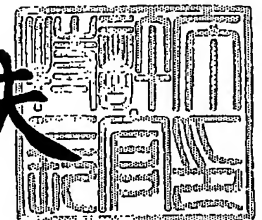


**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年   4 月 1 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号   出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 1 7 2 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 SAN0210

【提出日】 平成15年 3月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G05D 3/12

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都豊島区北大塚一丁目 1 5 番 1 号 山洋電気株式会社  
社内

    【氏名】 井出 勇治

【特許出願人】

    【識別番号】 000180025

    【住所又は居所】 東京都豊島区北大塚一丁目 1 5 番 1 号

    【氏名又は名称】 山洋電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100091443

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 西浦 ▲嗣▼晴

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 076991

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9712865

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電流制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 制御対象であるモータのモータ電流を検出する電流検出器と、  
前記電流検出器が検出した前記モータ電流に基づく電流フィードバックと電流  
指令との電流偏差に基づいて電圧指令を出力する電流制御器と、

前記電圧指令に基づいて前記モータに前記モータ電流を供給する駆動手段とを  
備えたモータの電流制御装置において、

前記電流制御器が、

電流制御系の遅れに相当する伝達関数を有する電流制御側遅れ補償ローパスフ  
ィルタと、

前記電流指令を前記電流制御側遅れ補償ローパスフィルタに入力して得た遅延  
電流指令と前記電流フィードバックとの電流偏差を積分する電流積分器を含んで  
構成された積分制御系と、

前記電流指令と前記電流フィードバックとの電流偏差に比例した指令を出力す  
る比例制御系と、

前記積分制御系の出力と前記比例制御系の出力とを加算する加算手段と、

前記加算手段の出力に電流比例ゲインを乗じて前記電圧指令を得る乗算手段と  
から構成されていることを特徴とするモータの電流制御装置。

【請求項 2】 制御対象であるモータのモータ電流を検出する電流検出器と、  
前記電流検出器が検出した前記モータ電流に基づく電流フィードバックと電流  
指令との電流偏差に基づいて電圧指令を出力する電流制御器と、

前記電圧指令に基づいて前記モータに前記モータ電流を供給する駆動手段とを  
備えたモータの電流制御装置において、

前記電流制御器が、

電流制御系の遅れに相当する伝達関数を有する電流制御側遅れ補償ローパスフ  
ィルタと、

前記電流指令を前記電流制御側遅れ補償ローパスフィルタに入力して得た遅延  
電流指令と前記電流との電流偏差を積分する電流積分器を含み制御系中の演算値

に電流比例ゲインを乗じて出力する積分制御系と、

前記電流指令と前記電流フィードバックとの電流偏差に電流比例ゲインを乗じた指令を出力する比例制御系と、

前記積分制御系の出力と前記比例制御系の出力とを加算する加算手段とから構成されていることを特徴とするモータの電流制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、モータの1次電流を制御する電流制御装置に関するものである。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来のモータの電流制御装置としては、図5に示すような制御装置がある。この装置では、d q 軸それぞれの電流指令と電流検出器Dで検出した電流フィードバックとの電流偏差を減算手段SB a, SB bで算出し、それぞれの電流偏差を電流制御器4 a, 4 bに通してd 軸電圧指令、q 軸電圧指令を得る。そしてそれぞれの電圧指令を、座標変換器15 aでd q 変換した後に、2相3相変換し、変換された指令に基づいてPWMインバータ17によりモータMを駆動する。なお、電流フィードバックは、電流検出器Dで検出された3相電流を座標変換器15 bにおいてd q 変換される。座標変換器15 bは、エンコーダEの回転位置に応じた信号を発生する信号発生手段18により、3相2相変換及びd q 変換を実行する。

##### 【0003】

通常、この装置における電流制御器4 a, 4 bはP I 制御器で構成されている。例えば電流制御器4 aは、図6に示すように電流指令と電流フィードバックとの電流偏差を減算手段SB aで算出し、この電流偏差に乗算器191で積分ゲインを乗算し、この乗算された値を電流積分器193で積分演算する積分制御系（I系）と、減算手段SB aで算出した電流偏差を定数倍する比例制御系（P系）とから構成されている。電流制御器4 aは更に積分制御系と比例制御系の出力とを加算手段AD aで加算し、加算値に乗算手段195で比例ゲインを乗算して電

圧指令を出力する。このように、電流制御器をPI制御で構成することにより、電流の過渡偏差のみならず、定常偏差も抑制できる。

#### 【0004】

【特許文献1】 特開平8-66075号公報 [図2]

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】

一般的に、制御系の応答は有限であり、電流指令を出力してもモータ電流が応答するには時間がかかる。電流指令が出力されてモータには電流が流れ始めるが、電流制御器4aから電圧指令が出力されてからモータ電流が応答するまでの間、電流積分器193は積算を行ってしまう。このため、従来の電流制御装置では、電流積分器193の溜り量の分、電流の応答が遅くなり、オーバーシュートが発生したりしていた。

#### 【0006】

一方、特開平8-66075号公報 [特許文献1] に示される制御装置では、電流フィードバックの遅れを電流指令の変化量と、モータインダクタンスとモータ抵抗から算出し、この遅れを電流偏差部に加算することにより補償を行っている。しかし、電流指令の変化量などの微分成分は、指令応答を振動的にし易く、滑らかな制御の実現にはあまり好ましくない。また、モータインダクタンスやモータ抵抗などの定数が必要であり、さらにモータインダクタンスは、モータに流す電流の大きさにより値が変わり、モータ抵抗は温度により値が変化してしまう。従って、モータ電流の大きさや、モータ温度を考慮した補償が必要になってくる。

#### 【0007】

本発明の目的は、モータパラメータを追加することなく電流制御系の電流応答を高速化することができ、オーバーシュートが少ない電流制御装置を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、制御対象であるモータを流れるモータ電流を検出する電流検出器と

、電流検出器が検出したモータ電流に基づく電流フィードバックと電流指令との電流偏差に基づいて電圧指令を出力する電流制御器と、電圧指令に基づいてモータにモータ電流を供給する駆動手段とを備えたモータの電流制御装置を改良の対象とする。

#### 【0009】

本発明においては、電流制御器を、電流制御系の遅れに相当する遅れまたは伝達関数を有する電流制御側遅れ補償ローパスフィルタと、電流指令を電流制御側遅れ補償ローパスフィルタに入力して得た遅延電流指令と電流フィードバックとの電流偏差を積分する電流積分器を含んで構成された積分制御系と、電流指令と電流フィードバックとの電流偏差に比例した指令を出力する比例制御系と、積分制御系の出力と比例制御系の出力とを加算する加算手段と、この加算手段の出力に電流比例ゲインを乗じて電圧指令を得る乗算手段とから構成する。

#### 【0010】

なお比例制御系において電流比例ゲインを電流偏差に乗算し、積分制御系において制御中の演算値に電流比例ゲインを乗じるようにしてもよい。

#### 【0011】

本発明のように電流制御側遅れ補償ローパスフィルタを用いれば、電流制御系の遅れに相当する遅れを持った電流指令と実際に遅れている電流フィードバックとの電流偏差はゼロに近いものとなる。そのため電流積分器の溜まり量をほぼゼロにできる。その結果オーバーシュートを低減することができる。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、図5に示した従来の装置の電流制御器4aまたは電流制御器4bに代えて使用される電流制御器13の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

#### 【0013】

図1に示すように、本実施の形態の電流制御器13は、電流制御系の遅れに相当する伝達関数 ( $1/(1+STc)$ ) を有する電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を備えている。また電流制御器13は、電流指令を電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133に入力して得た遅延電流指令とモータ電流（電流フ

ィードバック)との電流偏差を減算手段SB2で求め、この電流偏差に積分ゲイン( $1/T_{vi}$ )を乗算する乗算手段131と、乗算手段131の出力を積分する電流積分器132を含んで構成された積分制御系と、電流指令と電流フィードバックとの電流偏差に比例した指令を出力する比例制御系とを含んでいる。そして電流制御器13は、積分制御系の出力と比例制御系の出力とを加算手段AD1で加算したものに電流比例ゲインKIPを乗じて電圧指令として出力する乗算手段134を更に備えている。この電流制御器13は、電流指令を電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133に入力して得た遅延電流指令と電流フィードバックとの電流偏差を減算手段SB2で求め、この電流偏差に電流積分ゲイン( $1/T_{vi}$ )を乗算する乗算手段131と、乗算手段131の出力を積分する電流積分器132を含んで構成された積分制御系と、電流指令に比例した指令を出力する比例制御系とを含んでいる。そして電流制御器13は、積分制御系の出力と比例制御系の出力とを加算手段AD1で加算したものに電流比例ゲインKIPを乗じて電圧指令として出力する乗算手段134を更に備えている。この例では、遅延電流指令と電流フィードバックとの電流偏差を減算手段SB2でとり、電流積分器132の出力と比例制御系の出力とを加算手段AD1で加算する。そして加算手段AD1の出力に、乗算手段134で電流比例ゲインKIPを乗算して電圧指令を得る。

#### 【0014】

電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133には、電流制御系の遅れに相当する伝達関数を設定し、遅延電流指令と電流フィードバックとがほぼ同時に立ち上がるようにし、電流指令変化時の電流積分器132の溜り量を低減する。このように電流制御器13を構成することにより、電流フィードバックに含まれるリップルの抑制と、電流指令変化時の電流積分器132内の溜り量の低減とを同時に達成することができる。

#### 【0015】

なお、電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133は、電流制御系の遅れを模擬する伝達関数であれば、どのようなものでもよく、本実施の形態の伝達関数に限定されるものではない。また、制御系の遅れが大きい場合は、1サンプルもし

くは、数サンプル遅れとローパスフィルタとを組み合わせてもよい。

#### 【0016】

図2は、電流制御器の変形例を示すブロック図である。電流制御器13'と図1の電流制御器13を対比すると、図2の電流制御器13'では電流比例ゲインKIPの乗算手段134'が比例制御系の内部にある点（加算手段AD1の前に挿入されている点）と、積分制御系において電流比例ゲインKIPを演算値に乗算するために、乗算手段131'の伝達関数を変更している点で前者の電流制御器13とは構成が相違する。このようにしても図1の電流制御器13と同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0017】

図3（A）乃至（C）及び図4（A）乃至（C）は、この制御系における電流応答をシミュレーションした結果であり、それぞれ電流指令、電流フィードバック及び積分器出力である。全て同じ電流のスケールであり、同一電流値を基準として1に規格化した値を示している。各図の横軸は全て時間で0.001m秒単位になっている。図3は、電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を入れた場合であり、図4は電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を挿入しない場合のシミュレーションの結果である。図3と図4のいずれにおいても、電流指令の立ち上がりに対して、電流フィードバックの立ち上がりは、0.001m秒の1/5程度遅れている。図3に示すように、電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を挿入した場合には、電流積分器132の出力電流の立ち上がりは、電流フィードバックの立ち上がりと同じ程度に遅れることにより、これらの差が加算手段AD1で消去されて積分器出力は電流フィードバックの立ち上がりの時間に小さなピークを示し、それ以外ではほぼ0に近い一定値を保っている。この場合、積分器出力の小さなピークの高さは大変小さなもので、ほとんど無視できる程度にとどまっている。しかしながら電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を入れない場合は、図4に示すように電流フィードバックの立ち上がりの時間における加算手段AD1での電流フィードバックと電流積分器132の出力との打ち消しあい十分ではなく、電流フィードバックの立ち上がり点で電流積分器出力が示すピークは電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を入れた場合に



比べて高いものになっている。

#### 【0018】

この結果、電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 を入れない場合には、電流のオーバーシュートが大きくなるが、電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 を挿入した場合には、モータ回転中の電流積分器 132 の溜り量を 0 に近い値にすることでオーバーシュートを小さくできることが分かる。

#### 【0019】

なお、本発明は、直流モータの制御にも当然にして適用可能である。その場合は、図 5 の従来例に示したような  $dq$  軸電流制御系と、座標変換器が不要になる。

#### 【0020】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、電流制御側遅れ補償ローパスフィルタを用いているので、電流制御系の遅れに相当する遅れを持った遅延電流指令と実際に遅れている電流フィードバックとの電流偏差をゼロに近いものとすることができ、電流積分器の溜り量をほぼゼロにして、電流応答を高速化できる。そのため本発明の電流制御装置の適用により、簡単な構成で、電流応答を高速化できて、オーバーシュートを低減できる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施の形態で用いる電流制御器の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

##### 【図 2】

本発明で用いる他の電流制御器の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

##### 【図 3】

(A) 乃至 (C) は、電流制御側遅れ補償ローパスフィルタを入れた場合のモータの動作波形のシミュレーションを示す図である。

##### 【図 4】

(A)乃至(C)は、電流制御側遅れ補償ローパスフィルタを入れない場合のモータの動作波形のシミュレーションを示す図である。

【図5】

従来のモータの電流制御装置の構成を示す図である。

【図6】

従来の電流制御器の構成を示す図である。

【符号の説明】

E エンコーダ

M モータ

D 電流検出器

4a, 4b, 13, 13' 電流制御器

AD1 加算手段

SB1 減算手段

131, 134, 131', 134' 乗算手段

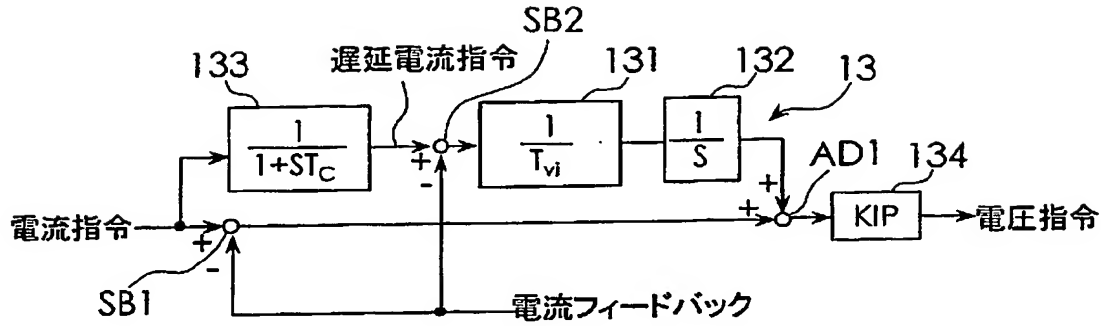
132 電流積分器

KIP 電流比例ゲイン

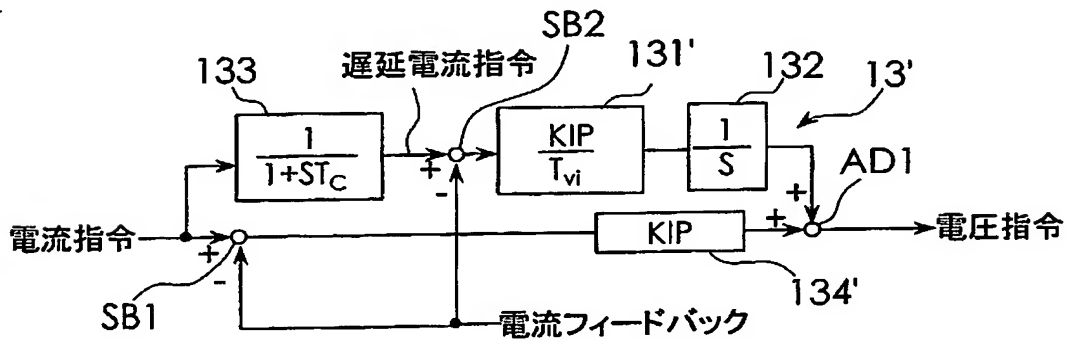
133 電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ

【書類名】 図面

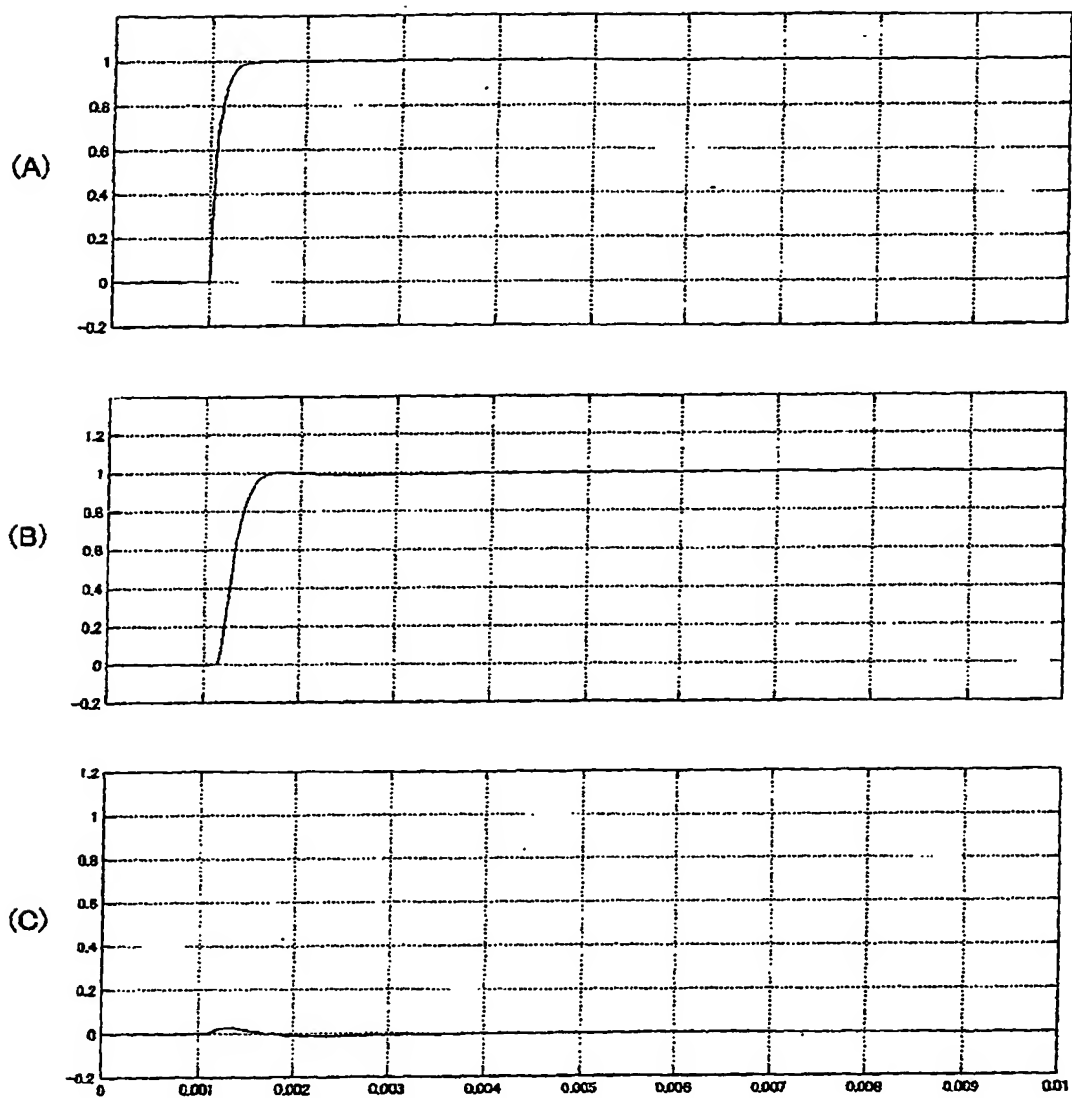
【図 1】



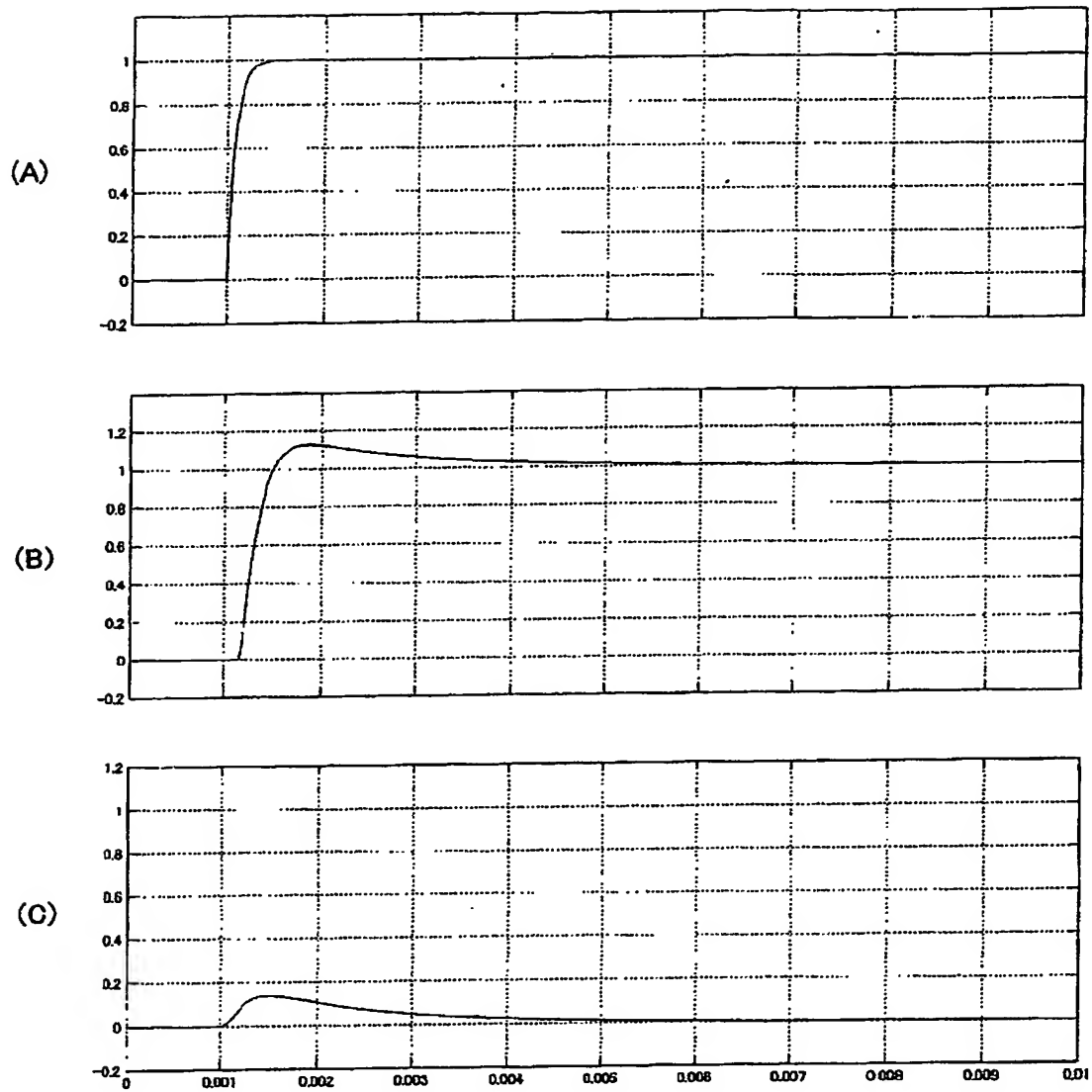
【図 2】



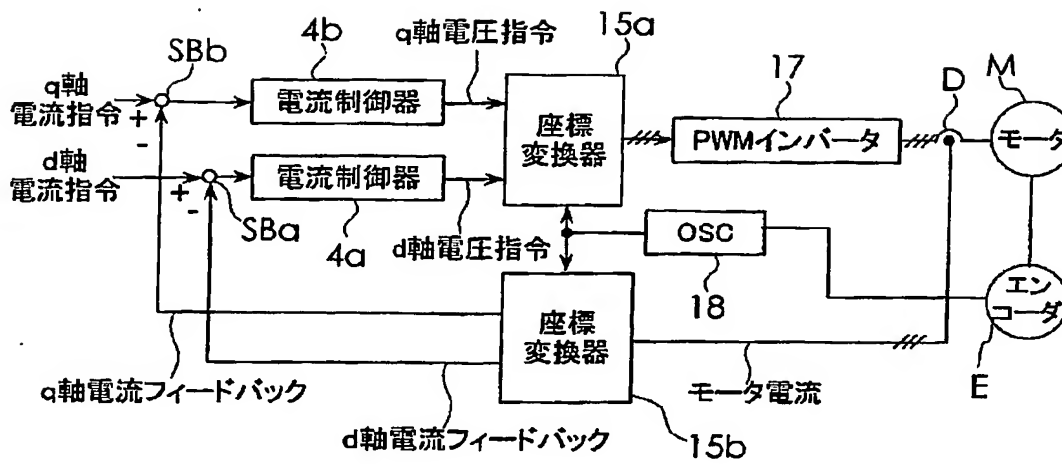
【図 3】



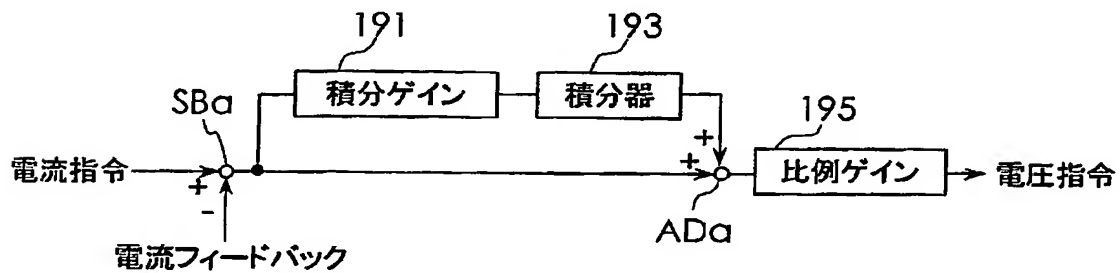
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電流応答を高速化できるモータの電流制御装置を提供する。

【解決手段】 電流制御器 13 に、電流制御系の遅れに相当する遅れを有する伝達関数を有する電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 を含める。また電流制御器 13 を電流指令を電流制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 に入力して得た遅延電流指令と電流フィードバックとの電流偏差を積分する電流積分器 132 を含んで構成された積分制御系と、電流指令に比例した指令を出力する比例制御系と、積分制御系の出力と比例制御系の出力とを加算したものに電流比例ゲインを乗じて電圧指令として出力する乗算手段 134 とから構成する。

【選択図】 図 1

特願2003-081041

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000180025]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住所  
氏名

2000年 8月31日  
住所変更  
東京都豊島区北大塚一丁目15番1号  
山洋電気株式会社



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**